

3. Japanese Pat. JP-A-SHO-62-19959 (1987)

explained in the specification as Reference 3

PURPOSE: To obtain a composite wire excellent in welding efficiency by packing flux containing specified quantity of  $\text{TiO}_2$ , C, Mn, Cr, Mo and the rest is composed of ordinary slag forming constituents including an arc stabilizer, to inside and outside of a metal.

CONSTITUTION: This is a composite wire made by filling flux that contains in wt% of 1.8-6  $\text{TiO}_2$ , 0.2>C, 1-8 Mn, 1-4 Cr, 0.5-1.5 Mo to the total weight of the wire, and the rest is composed of ordinary flux forming constituents including an arc stabilizer in a metal outer cover. Besides above-mentioned  $\text{TiO}_2$ , C, Mn etc., 0.3>Si or one or more kinds of metallic powders is added sometimes so as to make N 0.006W0.015 in form of nitride.

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

昭62-19959

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>  
B 23 K 35/368

識別記号 庁内整理番号  
7362-4E

⑭ 公告 昭和62年(1987)5月1日

発明の数 4 (全8頁)

⑬ 発明の名称 Cr-Mo系炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤ

⑮ 特 願 昭55-49566

⑯ 公 開 昭56-148493

⑰ 出 願 昭55(1980)4月17日

⑱ 昭56(1981)11月17日

⑲ 発 明 者	神 戸	良 雄	横浜市保土ヶ谷区今井町312-3
⑲ 発 明 者	山 下	碩 三	厚木市岡田1701-3-11-206
⑲ 発 明 者	長 友	和 男	横浜市旭区南希望ヶ丘28-2-403
⑲ 発 明 者	須 田	一 郎	相模原市共和3-3-3-3-101
⑲ 発 明 者	木 本	勇	相模原市共和3-2-25
⑲ 出 願 人	新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号		
⑲ 代 理 人	弁理士 大関 和夫		
審 査 官	沼 沢 幸 雄		

1

2

⑳ 特許請求の範囲

1 ワイヤ全重量に対してTiO<sub>2</sub>1.8~6.0%、C0.20%以下、Mn1.0~8.0%、Cr1.0~4.0%、Mo0.5~1.5%、残部はアーク安定剤を含めた通常のスラグ生成剤から成るフラックスが金属外皮内に充填されていることを特徴とするCr-Mo系炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤ。

2 ワイヤ全重量に対してTiO<sub>2</sub>1.8~6.0%、C0.20%以下、Mn1.0~8.0%、Cr1.0~4.0%、Mo0.5~1.5%、Si0.3%以下、残部はアーク安定剤を含めた通常のスラグ生成剤から成るフラックスが金属外皮内に充填されていることを特徴とするCr-Mo系炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤ。

3 ワイヤ全重量に対してN0.006~0.015%になるように窒化物の形で与えられる金属粉をフラックス中に1種以上含み、TiO<sub>2</sub>1.8~6.0%、C0.20%以下、Mn1.0~8.0%、Cr1.0~4.0%、Mo0.5~1.5%、残部はアーク安定剤を含めた通常のスラグ生成剤から成るフラックスが金属外皮内に充填されていることを特徴とするCr-Mo系炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤ。

4 ワイヤ全重量に対してN0.006~0.015%になるように窒化物の形で与えられる金属粉をフラックス中に1種以上含み、TiO<sub>2</sub>1.8~6.0%、C0.20%以下、Mn1.0~8.0%、Cr1.0~4.0%、Mo0.5~

1.5%、Si0.3%以下、残部はアーク安定剤を含めた通常のスラグ生成剤から成るフラックスが金属外皮内に充填されていることを特徴とするCr-Mo系炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤ。

㉑ 発明の詳細な説明

本発明は自動及び半自動溶接ワイヤに係るもので、さらに詳しくは優れた溶接作業性と厚板調質Cr-Mo鋼に適合した熱処理後でもすぐれた性能の溶接金属を得ることのできる炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤに関するものである。

石油精製、化学工業及び高温高压ボイラーなどに使用されるCr-Mo鋼の容器は大型化し、経済性から高温高压化され、設計強度も上げる傾向にある。したがって容器の板厚は更に厚肉になるものと予想される。このように厚肉の容器になるにつれ溶接後の応力除去焼鈍時間も長時間になる。このように焼鈍時間が長くなってくるとCr-Mo溶接金属の引張強さと衝撃値は次第に低下する傾向がある。そこで使用される溶接材料も高性能のものが要求される。

従来、これら厚肉容器等は通常サブマージアーク溶接やエレクトロスラグ溶接が主として用いられており、炭酸ガスアーク溶接や被覆アーク溶接も使用されている。しかしサブマージアーク溶接やエレクトロスラグ溶接と炭酸ガスアーク溶接を

比較するとサブマージアーク溶接やエレクトロスラグ溶接の方が入熱量が極めて大きく、その結果溶接金属の衝撃値が低くなりやすい。これは溶接金属のデンドライト成長が大きいためである。また炭酸ガスアーク溶接と被覆アーク溶接とでは溶接の高能率化、継手品質の安定化の面で炭酸ガスアーク溶接の方が優れている。また炭酸ガスアーク溶接はサブマージアーク溶接、エレクトロスラグ溶接及び被覆アーク溶接に比べて低水素の溶接法で低温割れを防止するために実施される予熱条件を著しく緩和でき、なおかつ厚肉容器等の溶接においては狭開先化により溶接時間の短縮と溶接材料の節減から溶接コストを大幅に下げることが可能であるという利点が上げられる。

ところで炭酸ガスアーク溶接は使用するワイヤにより2つに大別出来る。その1つはソリッドワイヤによるもので、他は複合ワイヤによるものである。まずソリッドワイヤを使用した場合、ワイヤの溶融速度が速く、溶込みが深い高能率な溶接が可能である反面、溶接して得られたビード上にはごくわずかのスラグが点在するのみでビード外観を美しく、ビード形状をととのえるためのスラグがないためビード外観が悪く、ビード形状も凸状になりがちであるという欠点があつた。

また複合ワイヤを使用した場合、スラグ生成剤でビードを一様にスラグが覆うのでビード形状と外観が非常に良好であり、溶接作業性もソリッドワイヤに比して優れているが、溶接金属中の酸素量が多くなるため溶接金属の性能、特に応力除去焼鈍を実施した後での強度、衝撃値がソリッドワイヤに比して劣っているという欠点があつた。このため溶接作業性が良く、なおかつ溶接金属の酸素量を抑え、耐割れ性及び応力除去焼鈍後でもすぐれた機械的性質を有する溶接金属が得られる炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤの開発が強く望まれていた。

すなわち、本発明はワイヤ全重量に対して $\text{TiO}_2$  1.8~6.0%、C 0.20%以下、Mn 1.0~8.0%、Cr 1.0~4.0%、Mo 0.5~1.5%、またこれにSi 0.3%以下或いは又さらにN 0.015%以下になるように窒化物の形で与えられる金属粉をフラックス中に1種以上含み、残部はアーク安定剤を含めた通常のスラグ生成剤から成るフラックスが金属外皮内に充填されていることを特徴とするCr-Mo系

炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤである。

以下に本発明になる炭酸ガスアーク溶接用複合ワイヤを上記構成とした理由について詳細に説明する。

まず、 $\text{TiO}_2$ について述べると、充填フラックス中に $\text{TiO}_2$ を添加するとアークをソフトにし粘性の大きいスラグを形成するため溶滴は細粒かつ規則正しい移行形態をとる上、立向や上向など不自然な姿勢においても溶融メタルは溶け落ち難くなる。さらにスラグは溶接ビードを平滑にし、たとえばすみ肉ビードのなじみを改善するため、溶接部の疲労強度を向上させる効果は大きい。しかし1.8%未満の $\text{TiO}_2$ 量では溶接作業性が極めて悪く実用に耐えない。一方6.0%を超えるとスラグの粘性が異常に高くなるためスラグのビード被包性は劣化し、ビード形状が悪化する。したがって $\text{TiO}_2$ はワイヤ全重量に対して1.8%~6.0%の範囲に限定する。なお、本発明ワイヤにおける $\text{TiO}_2$ 成分は天然ルチールや人造ルチールの如き $\text{TiO}_2$ 含有鉱物で添加する。さらに本発明ワイヤに添加する $\text{TiO}_2$ の粒度範囲はフラックスの充填に支障をきたさない最大粒度 $297\mu$ 以下であることが望ましい。

次にCは溶接金属に引張強さを付与するために添加するが、0.20%を超えると衝撃値が低下し、割れ感度を増加させることになるので0.20%以下の範囲にする。

またMnは溶接部に要求される引張強度、靱性向上と溶接中に発生する気孔防止のために添加するが、8%を超えると焼入れ効果が拡大し溶接割れを生じやすい。1.0%未満では要求される強度、靱性を得ることが困難となる。

次にCrとMoはCr-Mo鋼を溶接してその溶接部に強度を持たせるために添加するがワイヤ全重量に対してCrはその量が1.0%未満では要求された強度が得られず、また4.0%を超えると耐フレ性が劣化する。またMoは強度とともに衝撃靱性をも高めるが、その量が0.5%未満では効果なく、1.5%を超えると耐フレ性が劣化する。

Siは主としてX線性能及び作業性を良好にする目的で添加することが出来るがワイヤ全重量に対して0.3%を超えると溶接金属の衝撃値が低下するので0.3%以下まで許容できるが、実用の観点からはSi含有量が低い程衝撃値が良好となる。

なお、C、Mn、Cr、Mo、Siについてはそれぞれ単体で用いられる他、鉄合金を含む各種合金の形態でも使用できる。

次に本発明においては、N源として電解金属マンガンの窒化物、窒化クロム、窒化アルミニウム、窒化鉄、窒化チタンの1種以上をワイヤ全重量に対してNが0.006~0.015%になるように添加することが出来る。このNの適正添加量を求めるため、以下のような実験を行った。第1図は溶接金属の衝撃値とフラックス中のN含有量の関係を示したものであり、試験に当つてはフラックス成分としてTiO<sub>2</sub>2.0%、CaO12%、Mn4.8%、Cr2.0%、Mo0.82%、SiO<sub>2</sub>0.87%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>1.50%とワイヤ全重量に対する添加量を一定とし且つN源として電解金属マンガンの窒化物を用い、その添加量を種々変えることによりフラックス中のN含有量を段階的に変え軟鋼外皮を有するワイヤ(1.6mmφ)で充填率15%としたものを用いて板厚25mm tのA387Gr22(2 1/4Cr-1Mo鋼)鋼板を開先角度45°、開先間隙12.5mmのV型開先として、電流350A、電圧31V、速度27cm/min、100%CO<sub>2</sub>(流量25ℓ/min)の溶接条件で溶接し、溶接終了後温度650°C、保定時間12Hrの応力除去焼鈍を行ないそれぞれの全溶着金属部からJIS A-4号シャルビー衝撃片を採取して行ったものである。この図から明らかなようにワイヤ全重量に対するフラックス中のN含有量が0.006%以上であると、これ未満の溶接金属に比して低温度(600~690°C)応力除去焼鈍後の衝撃値は高い。一方0.015%を超えると溶接部にブローホールやピットが発生する。したがってこのような知見に基づいてNはワイヤ全重量に対して0.006~0.015%の範囲に限定する。

なお、本発明の複合ワイヤは前記各成分の他に残部として通常のアーク安定剤を含めたスラグ生成剤を含むことが出来るものである。ここでいうスラグ生成剤とはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、FeO、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>Oを指し、1種以上の和が10%以下であることが望ましい。これらの添加原料として酸化鉄、カリ長石、珪砂、ジルコンサンド、アルミナなどを適宜用いることが出来る。

次に、本発明ワイヤの金属外皮材としては、合金鋼をも使用出来るが、通常は軟鋼を用いる。またワイヤの断面形状については特に定めるもので

はなく、従来のフラックス入りワイヤ同様、送給性、アーク安定性にすぐれているものであればいずれでもかまわない。すなわち第2図、第3図に示すように外皮金属1の断面に合せ目があつても良く、あるいは第4図に示すように合せ目のないいわゆるシームレスワイヤであつても良い。なおこれらの図において2は充填フラックスである。

ところでワイヤ内に充填するフラックスはワイヤ重量比で10~25%の範囲にコントロールすると好結果が得られる様である。またワイヤ径は2.0mmφ未満のものが自動及び半自動溶接用としては好ましい。

次に実施例を用いて本発明の効果をさらに具体的に説明する。

#### 15 実施例

第1表に試作ワイヤの充填フラックス組成を示す。なおこのワイヤはいずれも軟鋼外皮を有する1.6mmφに仕上げ、充填率を15%にした第2図の単純突合せ断面形状を有するものに仕上げた。板厚25mm tのA387Gr22(2 1/4Cr-1Mo鋼)鋼板を開先角度45°、開先間隙12.5mmのV型開先として、電流350A、電圧31V、速度27cm/min、100%CO<sub>2</sub>(流量25ℓ/min)の溶接条件で溶接し、溶接終了後、温度690°C、保定時間16Hrの応力除去焼鈍を行ない、それぞれの溶接金属の板厚の板厚中央部からJIS A-2号引張試験片とA-4号シャルビー衝撃片を採取して試験に供した。得られた溶接金属の引張強さと衝撃値を第2表に示す。

第2表から明らかな如く本発明になるNo.4~18のワイヤは溶接作業性、ビード外観が良好なのはもちろんX線性能にもすぐれ引張強さ、衝撃値ともすぐれた溶接金属が得られた。

これに対してTiO<sub>2</sub>が本発明で規定する範囲未満の参考ワイヤNo.1は溶接作業性が極めて悪く溶接不能になつた。

またTiO<sub>2</sub>を本発明に規定する範囲を超えて添加した参考ワイヤNo.20はスラグ粘性が不当に高くなり過ぎた結果、作業性の劣化と共にスラグ巻込み、融合不良の如き内部欠陥が多発し機械的性質も非常に悪かつた。

参考ワイヤNo.2、3はSiを本発明で規定する範囲を超えて添加したもので、溶接作業性、ビード外観およびX線性能は良好であつたが溶接金属の

衝撃値が非常に低い。参考ワイヤNo.19はNを本発明で規定する範囲を超えて添加したもので、溶接作業性、ビード外観は良好であつたがX線性能でブローホール、融合不良の如き内部欠陥が多発し機械試験片の採取が不能となつた。

参考ワイヤNo.21はCを本発明で基定する範囲を超えて添加したもので溶接作業性、ビード外観は

良好であつたがX線性能で割れおよび溶込み不良の如き内部欠陥が発生しており機械試験片の採取が不能となつた。参考ワイヤNo.22はMnを本発明で規定する範囲を超えて添加したもので溶接作業性、ビード外観は良好であつたがX線性能で割れ及び溶込み不良の如き内部欠陥が発生しており衝撃靱性も低かつた。

第 1 表

ワイヤNo.		1 <sup>△</sup>	2 <sup>△</sup>	3 <sup>△</sup>	4	5	6	7	8	9	10	11
フラックス 構成 (ワイヤ全重量に対する%)	TiO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	1.5	3.5	3.5	2.0	1.8	2.9	3.5	2.9	2.9	2.9	2.9
	C * <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Mn * <sup>3</sup>	4.5	4.5	3.0	5.6	5.2	5.2	3.5	6.4	6.4	5.2	5.6
	Cr * <sup>4</sup>	1.24	1.24	1.41	2.00	2.00	2.50	2.32	3.31	3.01	2.50	1.50
	Mo * <sup>5</sup>	0.50	0.50	0.50	0.82	1.20	0.72	1.41	0.82	0.82	0.72	1.41
	Si * <sup>6</sup>	0.33	0.45	0.37	0	0	0	0.21	0.12	0.06	0	0
	N * <sup>7</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.014	0.008
	SiO <sub>2</sub>	—	—	—	0.87	0.87	0.87	—	0.13	0.13	0.87	0.87
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.35	1.00	0.70	1.50	1.50	1.50	0.70	1.50	1.50	1.50	1.50

ワイヤNo.		12	13	14	15	16	17	18	19 <sup>△</sup>	20 <sup>△</sup>	21 <sup>△</sup>	22 <sup>△</sup>
フラックス 構成 (ワイヤ全重量に対する%)	TiO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>	2.0	1.8	1.8	2.9	2.9	4.0	2.2	2.9	6.2	2.9	2.0
	C * <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.22	0.10
	Mn * <sup>3</sup>	5.2	5.2	5.2	6.0	6.4	4.5	4.8	5.2	5.2	5.2	8.2
	Cr * <sup>4</sup>	2.00	2.00	2.00	3.01	3.31	3.71	1.87	2.50	1.81	2.50	1.50
	Mo * <sup>5</sup>	0.82	1.20	1.20	0.82	0.82	1.41	1.41	1.41	1.41	0.72	1.41
	Si * <sup>6</sup>	0	0	0	0.06	0.12	0.24	0.17	0	0	0	0
	N * <sup>7</sup>	0.009	0.008	0.006	0.012	0.007	0.009	0.007	0.017	0.011	0.012	0.008
	SiO <sub>2</sub>	0.87	0.87	0.87	0.13	0.13	0.15	0.13	0.87	0.87	0.87	0.87
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	2.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

(備考) △: 参考ワイヤ

\*1: ルチールサンド (99%TiO<sub>2</sub>)

\*2: 高炭素フェロマンガ (7%C)

\*3: 電解マンガ (100%Mn)

\*4: 金属クロム (100%Cr)

\*5: 低炭素フェロモリブデン (63%Mo)

\*6: シリコンマンガシ (22%Si)

\*7: 電解金属マンガシ窒化物 (0.1%N)

第 2 表

ワイヤNo.		1 <sup>△</sup>	2 <sup>△</sup>	3 <sup>△</sup>	4	5	6	7
溶接作業性		溶接不能	良好	良好	良好	良好	良好	良好
ビード外觀		—	良好	良好	良好	良好	良好	良好
X線性能(JIS)		—	1級	1級	1級	1級	1級	1級
化学成分(%)	C	—	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07
	Si	—	0.55	0.45	0.08	0.08	0.04	0.25
	Mn	—	1.15	0.84	1.49	1.35	1.39	0.98
	Cr	—	2.11	2.47	2.28	2.32	2.18	2.21
	Mo	—	0.91	0.95	1.07	1.07	0.95	1.08
	N	—	0.0053	0.0055	0.0055	0.0058	0.0048	0.0062
引張特性	降伏点(kgf/mm <sup>2</sup> )	—	49.3	59.5	51.8	53.4	49.7	56.0
	引張強さ(kgf/mm <sup>2</sup> )	—	62.0	68.3	62.1	64.0	60.4	66.5
	伸 び(%)	—	22	23	24	24	23	23
衝撃吸収エネルギー ( $E_0$ °C, kgfm)		—	1.4	2.0	4.4	5.6	5.4	5.5

11

12

ワイヤNo.		8	9	10	11	12	13	14	15
溶接作業性		良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
ビード外観		良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
X線性能(JIS)		1級	1級	1級	1級	1級	1級	1級	1級
化学成分(%)	C	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	Si	0.11	0.05	0.05	0.03	0.08	0.08	0.07	0.05
	Mn	1.75	1.72	1.38	1.53	1.49	1.37	1.34	1.69
	Cr	2.50	2.41	2.21	2.33	2.33	2.30	2.29	2.45
	Mo	1.10	1.08	0.98	1.08	1.09	1.07	1.05	1.10
	N	0.0060	0.0058	0.0192	0.0116	0.0114	0.0110	0.0084	0.0138
引張特性	降伏点(kgf/mm <sup>2</sup> )	57.7	58.0	48.7	50.2	52.9	54.4	53.9	55.9
	引張強さ(kgf/mm <sup>2</sup> )	67.4	68.5	59.4	61.8	63.9	65.0	64.4	66.0
	伸び(%)	25	25	26	24	26	26	24	26
衝撃吸収エネルギー ( $\sqrt{E_0}$ ℃、kgfm)		7.6	8.4	11.8	10.4	11.6	12.4	11.9	9.6

ワイヤNo.		16	17	18	19 <sup>△</sup>	20 <sup>△</sup>	21 <sup>△</sup>	22 <sup>△</sup>
溶接作業性		良好	良好	良好	良好	不良	良好	良好
ビード外観		良好	良好	良好	良好	不良	良好	良好
X線性能(JIS)		1級	1級	1級	3級	3級	3級	3級
化学成分(%)	C	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.14	0.07
	Si	0.11	0.25	0.18	0.05	0.09	0.07	0.03
	Mn	1.73	1.12	1.20	1.38	1.41	1.62	2.21
	Cr	2.50	2.24	2.33	2.21	2.32	2.22	2.32
	Mo	1.10	1.04	1.08	0.98	1.08	0.99	1.04
	N	0.0108	0.0101	0.0098	0.0250	0.0121	0.0130	0.0112
引張特性	降伏点(kgf/mm <sup>2</sup> )	58.0	54.3	58.5	—	53.4	—	55.3
	引張強さ(kgf/mm <sup>2</sup> )	68.3	67.4	68.9	—	64.9	—	67.5
	伸び(%)	24	24	24	—	13	—	12
衝撃吸収エネルギー ( $v_{E_0}$ ℃、kgfm)		9.6	9.4	10.8	—	4.4	—	4.3

(備考)

1) △は参考ワイヤ

2) 衝撃吸収エネルギーは5本の平均

以上に詳記したように本発明は特に優れた溶接作業性と厚板調質Cr-Mo鋼に適合した熱処理後でもすぐれた性能の溶接金属を得ることができるので、各種溶接分野での適用範囲が拡大され、その工業価値はきわめて大きい。

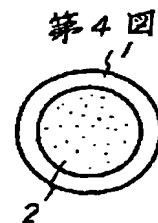
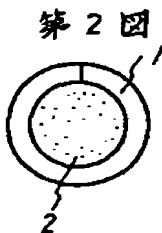
図面の簡単な説明

30

第1図は溶接金属の衝撃値とワイヤ全重量に対

するフラックス中のN含有量の関係を表わす図、第2図、第3図、第4図はワイヤ断面形状の例を示す図である。

1:外皮金属、2:充填フラックス。





第 1 図

